17

LA LAME SPIRALE
DU LIMAÇON DE L'OREILLE DE L'HOMME
ET DES MAMMIFÈRES

RECHERCHES D'ANATOMIE MICROSCOPIQUE

Par B. LŒWENBERG
Docteur en médecine des Facultés de Berlin et de Paris.

PLANCHES XXV ET XXVI.

(Fin.)

CHAPITRE V.

LE CANAL DE LA LAME SPIRALE ET L'ORGANE DE CORTI.

§ 1. — Considérations générales.

Tandis que trois des quatre canaux que nous distinguons dans le tube cochléen (voyez ce journal, 1866, pages 605-651) ne contiennent autre chose que le liquide labyrinthique, le quatrième, le *canal de la lame spirale*, renferme, en outre, un ensemble d'organes d'une complication sans pareille, désigné généralement sous le nom de l'*organe de Corti*.

On a voulu changer dernièrement cette dénomination, alléguant que M. Corti n'aurait pas découvert tous les organes qui composent cet ensemble; mais, outre que cet auteur a découvert la plupart des parties en question, il a le premier porté la lumière dans ce chaos de cellules, de fibres et de noyaux, et il n'est par conséquent que juste d'attacher son nom à l'ensemble de ces parties.

Nous nommerons donc « Organe de Corti » tout l'ensemble de parties qui repose sur la zone lisse et la zone striée de la lame basilaire.

L'organe de Corti se compose de différents groupes de parties à la plupart desquelles on a donné le nom des auteurs qui les ont

découvertes, tandis que d'autres ont reçu leurs noms de certaines particularités de forme ou de position. Nous conserverons toutes ces dénominations autant que faire se pourra.

§ 2. — Des procédés utiles pour obtenir des préparations de l'organe de Corti.

Lorsqu'il s'agit d'obtenir des *vues de face*, on n'a qu'à ouvrir le canal cochléen en perçant l'enveloppe osseuse du limaçon à n'importe quel endroit. Une fois l'accès frayé, on isole la lame spirale en coupant sa partie osseuse avec des pinces tranchantes ou des ciseaux très-forts, et en séparant ensuite avec beaucoup de délicatesse les parties molles qui attachent la lame spirale à la paroi extérieure du tube cochléen. Cette opération présente beaucoup de difficultés, et les premières tentatives de ce genre donnent toujours des préparations où l'organe de Corti se trouve enlevé, soit par l'instrument lui-même, soit par des esquilles d'os.

Les *vues de profil* s'obtiennent de deux façons différentes. Il arrive quelquefois qu'en préparant des vues de face, on imprime, par hasard, à une partie de l'organe de Corti, une secousse telle qu'elle se tourne suffisamment pour être vue de profil. D'autres fois, on obtient le même effet par des mouvements qu'on fait faire à la plaque de verre mince qui couvre la préparation. C'est principalement sur des vues pareilles que Deiters a pu faire ses recherches. L'autre procédé, trop peu cultivé jusqu'ici et qui est plus délicat en même temps que plus sûr, consiste à faire des coupes de ces parties, et c'est ici que ma méthode (décrite dans la première partie de ce mémoire, pages 608-610) m'a paru singulièrement utile, en ce qu'elle permet de faire sur ces organes délicats les coupes les plus minces, et où la position mutuelle des parties est admirablement conservée.

Je conserve mes préparations soit dans du baume, soit dans un liquide aqueux (glycérine étendue d'eau ou eau pure). Ces derniers liquides nécessitent l'emploi d'un mastic pour empêcher l'évaporation de l'eau, et j'ai substitué avec avantage au bitume qui se fendille facilement un simple vernis pour tableaux qui ne présente pas cet inconvénient.

Je recommande pour préparer les vues de face les limaçons du chat, du chien, du lapin et du cochon d'Inde; pour obtenir de bonnes coupes, je préfère l'oreille de l'enfant nouveau-né.

§ 3. — Les arcades de Corti.

L'organe de Corti repose sur la lame basilaire (fig. 20).

Il se compose de plusieurs groupes de formation, dont l'un, « les arcades de Corti (*ibid.*, 3 et 4) », bien qu'excessivement fragile lui-même, diffère néanmoins des autres, en ce que la fragilité de ces derniers est telle qu'un attouchement imprudent ou un commencement de décomposition rendent leur étude impossible.

Nous traiterons d'abord des arcades de Corti.

Les arcades de Corti occupent toute la longueur de la lame spirale, de la base du limaçon jusqu'au sommet. En largeur, elles y couvrent l'espace compris entre 7 et 12 de la figure 7 (pl. XX de l'année 1866 de ce journal), c'est-à-dire à peu près toute la zone lisse de la lame basilaire, à partir des ouvertures supérieures des canalicules nerveux (*ibid.*, 6) jusqu'au commencement de la zone striée de la lame basilaire.

L'arcade se trouve placée en sens transversal ou radiaire. Elle se compose d'un pilier interne et d'un pilier externe (fig. 20, 3 et 4).

Un pilier interne et un pilier externe réunis s'appelaient jusqu'ici « un organe de Corti ou une dent de la deuxième rangée »; mais beaucoup d'auteurs nommaient en même temps « organe de Corti » tout ce que renferme le canal de la lame spirale ! Un organe de Corti se composait, d'après les uns, d'une fibre externe et d'une fibre interne; d'après les autres, d'un bâtonnet externe et d'un bâtonnet interne. En somme, presque autant de dénominations que d'auteurs. Je crois opportun d'adopter les noms dont je me suis servi plus haut, d'une part pour couper court à toute confusion de noms, d'autre part parce que mes dénominations, empruntées seulement à la *position* des parties les désignent clairement et ne préjugent en rien la décision que des études ultérieures seront appelées à porter concernant leur nature.

§ 4. — Le pilier interne de l'arcade de Corti.

Le pilier interne de l'arcade de Corti (fig. 20, 3 ; 18, 2, etc., se compose d'un corps et de deux renflements terminaux ou extrémités.

Le *corps du pilier interne* (fig. 8, 1; 18, 2; 9, 1) forme une plaque rectangulaire longue et mince, à laquelle nous distinguons une face interne (fig. 8, 5 ; 9, 1) et une face externe (fig. 8, 6), d'après la position que le pilier occupe dans le limaçon. Cette plaque est courbée ; d'après Deiters, elle affecte la forme d'un S. Voici au contraire ce que j'observe (fig. 8) : La face externe et la face interne de la plaque sont concaves, et la plaque s'amincit ainsi vers le milieu.

Les bords latéraux du corps sont rectilignes ou peu s'en faut (fig. 9, 1 et 5).

L'*extrémité inférieure* (fig. 8, 3), qu'on peut aussi appeler *basilaire* parce qu'elle s'attache à la lame basilaire, représente un épaississement du pilier de dedans en dehors. Elle se termine en avant comme en arrière par des arêtes vives (fig. 8, 12 et 13). Sa face inférieure a la forme d'un parallélogramme.

L'*extrémité supérieure* (fig. 8, 2) s'appelle aussi « coin ou bout *articulaire* », à cause de ses rapports avec l'extrémité correspondante du pilier externe. Elle est d'une forme à peu près cuboïde et représente un renflement du pilier de dedans en dehors. La face externe (face articulaire) (fig. 8, 7) est concave. La face supérieure (*ibid.*, 14) et la face interne du corps du pilier (*ibid.*, 5) se rencontrent dans une arête courbe très-vive, arête supérieure et interne (fig. 9, 3 et 8, 9). Des vues de face montrent que cette arête ne présente pas la même courbure dans tous les piliers (voyez plus bas, p. 631, fig. 9, 3).

L'arête inférieure et externe (fig. 8, 10) du bout supérieur est également très-vive. D'après mes observations, sa forme n'est pas la même non plus dans différents piliers (fig. 10, 3).

L'arête supérieure et externe se prolonge en une plaque fine que j'appellerai la *plaque du pilier interne*. Elle est de la même

largeur que le corps du pilier (fig. 10, 2 ; 9, 4). Je lui ai vu quelquefois des stries parallèles aux bords.

M. Henle a décrit deux variétés de piliers internes, dans son *Traité d'anatomie* (p. 803, t. II). Je n'ai jamais pu constater un fait analogue, et il me semble que l'erreur de l'auteur provient de ce qu'il a pris quelquefois des piliers externes pour des piliers internes (voy. aussi p. 806, *ibid.*) ; cela est d'autant plus possible, que certains dessins de M. Henle prouvent que les préparations qui servaient de base à ses études étaient, en partie du moins, fortement altérées, probablement parce que l'acide hydrochlorique que M. Henle emploie de préférence dans ces études était trop fort ou avait agi pendant trop longtemps. Certains de ses dessins me rappellent en effet des préparations que j'obtenais par des solutions acides trop fortes, et que je rejetais comme présentant des images trompeuses.

§ 5. — Les insertions des piliers internes.

L'extrémité inférieure ou basilaire du pilier interne s'insère sur le commencement de la zone lisse de la lame basilaire (pl. XX, année 1866, fig. 2, 18), juste en dehors des ouvertures supérieures des canalicules nerveux (pl. XIX, *ibid.*, fig. 7, 6 et pl. XXVI, 1868, fig. 20). Il s'ensuit que les filaments nerveux, à l'endroit même où ils quittent leurs canalicules pour entrer dans la rampe vestibulaire, rencontrent les bouts basilaires des piliers internes des arcades de Corti (fig. 20, 12).

Il m'est impossible d'adopter l'opinion de mes prédécesseurs concernant la solidité de cette attache. Selon eux, cette insertion serait très-solide, surtout en comparaison avec l'insertion basilaire du pilier externe, laquelle, selon les mêmes auteurs, serait assez fragile. Deiters dit même « que cette insertion a plus de so-
» lidité que n'en possède la substance même du pilier ». J'ai, au contraire, constaté maintes fois que le moindre attouchement suffit pour détruire le contact entre le bout basilaire du pilier interne et la membrane sur laquelle il repose, et qu'il arrive souvent que toute une série de piliers internes se relève et reste suspendue,

tandis que l'arcade tient encore solidement à la lame basilaire par les attaches des piliers externes. C'est ce que présente, par exemple, celle de mes préparations que j'ai dessinée dans la figure 17, où l'arcade de Corti a subi ce mouvement de bascule. Jamais je n'ai pu voir un mouvement de bascule en sens contraire, comme d'autres observateurs le décrivent, où l'insertion du pilier interne serait intacte et servirait de point fixe à un mouvement de rotation exécuté par l'arcade, l'extrémité basilaire du pilier interne étant détachée de la lame basilaire.

Lorsque le pilier interne quitte la lame basilaire, la séparation est tout à fait nette et s'opère sans déchirure de part ou d'autre.

On a souvent trouvé une certaine ressemblance entre les arcades de Corti et les touches d'un piano (voy. chapitre VI) : c'est surtout quand les piliers internes ont exécuté le mouvement dont nous venons de parler, que cette ressemblance est frappante.

L'extrémité supérieure (ou articulaire) du pilier interne s'unit à l'extrémité correspondante du pilier externe (voy. p. 634).

§ 6. — La réunion des piliers internes entre eux.

Les piliers internes s'appliquent l'un à l'autre par leurs bords latéraux (fig. 9), et forment par leur réunion une sorte de plaque. Cependant leurs bords latéraux ne sont pas en contact les uns avec les autres sur toute leur longueur, mais, comme le démontre la figure 9, il existe çà et là, entre le corps d'un pilier interne et son voisin, une fente excessivement étroite mais suffisante pour donner passage à des filaments très-fins (voyez aussi fig. 23). Les extrémités, par contre, s'attachent étroitement entre elles.

Les plaques des piliers internes sont en contact intime par leurs bords latéraux, et ne forment qu'une seule plaque très-longue dans toute la longueur du tube cochléen (fig. 9, 4). Il en est de même pour la jonction des bouts basilaires entre eux (fig. 23).

Les arêtes supérieures et internes (fig. 23, 4) constituent ensemble une série de petits arcs qui, en se touchant les uns les autres, forment des pointes assez vives. Il y a un arc sur deux

piliers, d'après ce que je vois. C'est contre ces arcs que vient s'insérer une série de cellules que j'appelle « les cellules du sommet », et dont nous traiterons plus bas (voyez p. 635).

§ 7. — **Le pilier externe de l'arcade de Corti.**

Le pilier externe de l'arcade de Corti se compose d'un corps et de deux renflements terminaux ou extrémités (fig. 11, 12, 18).

Tandis que le *corps* du pilier interne est plat et rubanné, celui du *pilier externe* est cylindrique et filiforme (fig. 11, 1), et ses renflements représentent des épaississements dans tous les sens, même en largeur, ce qui le distingue encore du pilier interne. Il est enfin un peu plus long que celui-ci, et me paraît être beaucoup plus flexible.

L'*extrémité inférieure ou basilaire* (fig. 11, 3; 12, 3; 14, 2) a la forme d'un cornet, dont la base se trouve coupée en biais aux dépens de la partie intérieure (fig. 11 et 14). Souvent on la voit rayée de stries longitudinales très-fines (fig. 11, 3). Deiters, qui, le premier, a étudié cette partie avec soin, l'appelle « une cloche », et croit qu'elle est creuse. Certaines vues, comme celle que j'ai dessinée dans la figure 14, rendent en effet cette opinion fort probable. Je n'ai jamais pu voir de noyaux *dans* cette partie (Henle).

L'*extrémité supérieure ou articulaire* (fig. 11, 2; 12, 2; 16) est d'une forme très-singulière, et je la trouve encore plus difficile à décrire que la précédente. Elle ressemble vaguement à une tête d'oiseau (fig. 12) dont le bec très-long serait formé par l'apophyse pointue du pilier externe (voyez plus bas). L'extrémité articulaire possède deux faces latérales planes (fig. 13, 5 et 6), une face supérieure bombée (face articulaire) [fig. 12, 7; 13, 3] et une face inférieure d'une courbure semblable à celle de la face supérieure, mais inverse, en ce que celle-ci est convexe, tandis que la face inférieure est concave (fig. 11, 8). La conformation particulière de la face supérieure est visible dans la figure 13.

L'*apophyse pointue du pilier externe* (fig. 11, 4; 12, 11; 13, 2, etc.) prend naissance dans la substance même de l'extré-

mité supérieure, où l'on peut la distinguer dans un certain parcours (fig. 16). De là, elle s'étend librement vers l'extérieur en se terminant comme nous le verrons plus bas (voyez p. 636).

Comme d'autres observateurs, j'ai cru quelquefois voir des varicosités à ces piliers, mais un examen plus attentif m'a toujours prouvé que ce n'était que des noyaux accolés aux piliers.

§ 8. — Les insertions des piliers externes.

L'extrémité basilaire du pilier externe s'implante sur la zone lisse de la lame basilaire, là où j'ai trouvé celle-ci dépourvue de dessins (pl. XX, année 1866, fig. 7, 10). Le bord extérieur de ce bout touche au commencement de la zone striée, et il me semble que toutes les stries de celle-ci ne sont que les continuations de celles des extrémités basilaires des piliers externes.

L'extrémité articulaire se joint à celle du pilier interne (voyez les détails, p. 634).

§ 9. — La réunion des piliers externes entre eux.

Les rapports des piliers externes entre eux sont différents de ceux que nous avons constatés chez les piliers internes. Tandis que ceux-ci sont en contact les uns avec les autres sur presque toute leur longueur, le pilier externe ne touche à son voisin que par ses deux bouts terminaux (fig. 23). Les extrémités articulaires s'appliquent étroitement entre elles par leurs faces latérales (*ibid.*, 6) ; les extrémités inférieures se touchent par une partie de la périphérie de leurs bases (*ibid.*, 8), là où celles-ci commencent à se confondre avec la zone striée, mais le corps même du pilier est séparé de celui de son voisin par un interstice relativement considérable.

§ 10. — La réunion des piliers internes avec les piliers externes.

La rangée des piliers internes se réunit avec celle des piliers externes dans toute l'étendue du limaçon (fig. 23), et elles constituent à elles deux les arcades de Corti (appelées aussi « organe de Corti » proprement dit). Quand on regarde une de ces arcades,

composée d'un pilier externe et d'un pilier interne, et isolée soit par la section, soit d'une autre façon, on constate que la réunion se fait en ce que les surfaces articulaires des extrémités supérieures des piliers s'appliquent étroitement l'une sur l'autre (fig. 18, 11). La face articulaire creuse du pilier interne et la face inférieure de sa plaque sont en contact intime avec la face articulaire convexe et une partie de l'apophyse pointue du pilier externe.

Plusieurs auteurs paraissent supposer qu'il existe ici une véritable *articulation*, et ils appellent par conséquent « *coins ou bouts articulaires* » les extrémités supérieures des piliers. Il nous est impossible de nous associer à cette manière de voir : une articulation entre deux corps exige des surfaces qui peuvent se mouvoir l'une sur l'autre dans une étendue plus ou moins grande, et sans que pour cela le contact des corps cesse tout à fait. Or, les surfaces en question ne peuvent pas se mouvoir l'une sur l'autre, mais elles sont pour ainsi dire collées l'une sur l'autre et fixées dans cette position, non-seulement par l'adhérence de la plaque du pilier interne à l'apophyse du pilier externe, mais, en outre, par leurs rapports avec la lame réticulée et d'autres organes que nous étudierons plus bas. Dans les nombreuses préparations que j'ai faites, j'ai toujours vu les deux surfaces ou complétement accolées l'une sur l'autre, ou tout à fait séparées ; jamais je n'ai trouvé de position intermédiaire comme une articulation la permettrait. Il est impossible de leur faire exécuter un mouvement de rotation l'une sur l'autre, quelle impulsion qu'on donne à la préparation. Pour peu qu'on dérange l'attitude des surfaces, elles se quittent complétement et pour toujours. Tout ce que j'ai pu obtenir, c'était une sorte de luxation latérale (voyez fig. 19).

Selon moi, il n'y a donc point d'articulation ici.

En s'attachant l'une à l'autre, les deux rangées de piliers forment dans toute la longueur du canal cochléen une espèce de prisme à trois faces, dont une repose sur la lame basilaire, une autre regarde en haut et en dehors, et la troisième se tourne en haut et en dedans.

Le nombre des piliers externes est supérieur à celui des piliers

internes. Il n'a pas encore été possible de déterminer le rapport exact de leurs chiffres. D'après mes dessins, il est à peu près de 5 à 8.

§ 11. — Les cellules basilaires.

L'extrémité basilaire de chaque pilier et la partie attenante de la lame basilaire servent d'attache à une cellule tellement délicate qu'on ignorait encore son existence, tandis que son noyau était déjà connu depuis longtemps. Ce noyau, a en effet des contours beaucoup plus marqués que la cellule qui le renferme, et il me semble, en outre, être une des parties les plus résistantes de l'organe de Corti. La cellule basilaire se trouve toujours du côté du pilier qui regarde l'intérieur de l'arcade, par conséquent à l'extérieur du pilier interne (fig. 15, 4; 17, 4) et à l'intérieur du pilier externe (fig. 17, 5; 11, 13; 14, 5).

La forme des cellules basilaires est assez difficile à étudier ; on trouve là des aspects très-variés. Souvent, la cellule semble envoyer un prolongement dans l'intérieur de l'arcade et un autre qui monte le long du pilier. Les figures 11, 14 et 15 montrent ces cellules.

§ 12. — Les cellules du sommet.

J'appelle *cellules du sommet* une espèce de cellules placées sur la partie supérieure des piliers internes, et auxquelles on a donné les dénominations les plus différentes. La nature de ces cellules étant à peu près inconnue, j'ai cru utile de les désigner d'après l'emplacement qu'elles occupent, point sur lequel tous les auteurs sont d'accord.

Elles sont à peu près cylindriques (fig. 19, 18), et leur axe longitudinal se dirige de dedans en dehors. Le bout extérieur s'appuie contre un des petits arcs que forment les arêtes supérieures et internes des extrémités supérieures des piliers internes, et que cette cellule remplit complétement. Le bout extérieur porte des cils auxquels on n'a jamais vu de mouvements. Le bout intérieur entre dans les tissus qui recouvrent les piliers internes. J'ai trouvé qu'il se divise ici en plusieurs branches.

§ 13. — La lame réticulée.

(*Lamina reticularis.*)

Le sommet de l'arcade de Corti sert de point de départ à une espèce de plaque qui s'étend de là vers l'extérieur et couvre les piliers externes et tout ce qui leur adhère : c'est la lame réticulée (*lamina reticularis seu velamentosa*). Cette lame, d'une grande délicatesse, est en même temps la partie la plus compliquée de l'organe de Corti, de sorte que son étude est hérissée de difficultés. Il est vrai que toute bonne vue de l'organe de Corti montre une partie plus ou moins grande de la lame réticulée ; mais, plus la préparation est intacte, plus elle contient de parties qui entrent dans la composition de cet organe, et plus il est difficile de reconnaître la structure de la lame, doublée qu'elle est par une multitude de cellules et d'autres organes. C'est surtout sur les pièces où un heureux hasard a conservé la lame non encombrée de ces obstacles qu'on peut étudier sa singulière structure, et quelques préparations de ce genre m'ont permis de vérifier les données de mes prédécesseurs. J'ai pu confirmer surtout celles de Deiters. Il est très-important de comparer des coupes aux vues de face, chose par trop négligée par les auteurs.

La lame réticulée est une plaque transparente composée de deux espèces de figures : les unes rondes, les autres allongées. Celles-ci, dont la forme rappelle celle des os des phalanges de la main, s'appellent *phalanges* ; celles-là ont reçu des dénominations différentes ; je les appelerai *ronds*, nom qui, ne portant que sur leur forme, ne renferme pas un jugement prématuré sur leur nature.

L'apophyse pointue du pilier externe s'élargit à son extrémité libre (fig. 16, 3; 23, 7) de façon à ressembler beaucoup aux bouts extérieurs des phalanges, ce qu'on n'a pas assez remarqué. Le bout interne de la première phalange se trouve intercalé entre les bouts externes de deux apophyses (fig. 19 et 23). Il résulte ainsi un espace rond ou polygonal qui constitue le premier rond et qui est limité (fig. 19) : en dedans, par le bord libre de la plaque du pilier interne qui dépasse l'extrémité supérieure du pilier externe, mais n'atteint pas le bout de l'apophyse pointue; des

deux côtés, par les deux apophyses des deux piliers externes voisins l'un de l'autre; et au dehors, par la base de la première phalange.

A partir de là, les phalanges alternent et entourent les ronds, ainsi que le démontre la figure 19. Il y a deux rangées de phalanges et trois rangées de ronds. Chaque rond porte un petit faisceau de cils dépourvus de mouvements.

La nature de toutes ces parties est vivement discutée. Sans exposer les opinions diverses des auteurs, je ne donnerai ici que mes résultats qui diffèrent de ce qu'on a observé jusqu'ici. Selon moi, la lame réticulée est un réseau dont les phalanges constituent les fils, tandis que les ronds sont des trous. Ces trous, découpés dans la substance de la lame, sont remplis par les cellules de Corti ; mais il semble quelquefois que la face supérieure ronde de ces cellules puisse s'isoler du reste et adhérer seule, et garnie de ses cils, à la lame réticulée (voyez ma coupe représentée dans la figure 20).

La figure 20 montre certaines parties que j'ai vues quelquefois sur les plaques des piliers internes, et dont la nature est restée obscure pour moi.

La *terminaison extérieure* de la lame réticulée sera traitée plus loin.

L'aspect de ces différentes parties varie un peu selon les espèces d'animaux qu'on examine. Chez l'homme, où, d'après mes recherches, l'organe de Corti se distingue par la délicatesse de ces parties, les piliers, leurs apophyses et les phalanges sont plus déliés et plus allongés que chez les animaux. Les contours des bouts des phalanges et des apophyses pointues sont, en outre, plus nettement découpés et plus vivement déchiquetés.

En examinant la lame spirale d'une vieille femme décédée à la Salpêtrière, j'ai trouvé la lame réticulée rendue diffuse par d'innombrables gouttelettes de graisse, tandis que le reste de l'organe de Corti en était exempt.

§ 14. — Les cellules de Corti.

La lame réticulée ne flotte pas librement dans l'espace du canal

cochléen, mais elle s'appuie sur trois espèces de cellules : celles de Corti, de Deiters et de Claudius (fig. 20).

Les cellules de Corti (*ibid.*, 18, 19, 20) sont tendues entre la lame basilaire et la lame réticulée. Elles possèdent un corps cylindrique dont le bout supérieur forme un rond de la lame réticulée (*ibid*, 18) et un prolongement filiforme qui s'insère sur la lame basilaire. La cellule se trouve dans une position oblique, en ce sens que son attache supérieure est placée plus en dedans que son attache inférieure; elle fait par conséquent avec la lame basilaire un angle aigu (ouvert en dedans, vers l'axe du limaçon), que je trouve plus grand que celui que fait avec la même lame le pilier externe.

Il y a trois rangées de cellules de Corti, autant que de ronds de la lame réticulée. Comme ceux-ci, ces cellules ne sont pas placées l'une derrière l'autre, mais forment des quinconces. Il en est de même pour leurs insertions sur la zone striée; on y voit même encore quelquefois de petits fragments de ces prolongements en trois rangées alternantes, quand tout le reste des cellules a disparu (voyez la figure 10 de l'ouvrage de Deiters).

Le corps de la cellule est cylindrique.

§ 15.— **Les cellules de Deiters.**

Les cellules de Deiters (fig. 20, 21) se trouvent entremêlées avec celles de Corti et s'étendent obliquement de la lame réticulée vers la lame basilaire comme celles-ci. Mais elles diffèrent par plusieurs points des cellules de Corti. La cellule de Deiters se termine, en haut et en bas, par un prolongement filiforme; le fil supérieur s'insère à la face inférieure d'une phalange et semble faire corps avec elle (fig. 20; voyez l'explication de la figure), le fil inférieur se confond, d'après Deiters, avec le prolongement d'une cellule de Corti.

§ 16. — **Les cellules de Claudius.**

Voici ce que les auteurs disent des cellules de Claudius :

« Elles sont sphériques et possèdent des noyaux relativement

» assez petits. Entassées les unes sur les autres, elles forment » deux bandes, l'une à l'intérieur de l'arcade de Corti (*cellules intérieures de Claudius*), l'autre à l'extérieur des cellules de Corti » et de Deiters (*cellules extérieures de Claudius*). »

L'étude de ces cellules soulève bien des controverses ; d'après quelques auteurs, elles ne seraient autre chose que de l'épithélium pavimenteux soumis à l'action d'un liquide de peu de concentration et gonflé par un travail endosmotique. Mais j'ai eu beau soumettre ces cellules à l'action d'un liquide très-étendu d'eau ou d'une solution excessivement concentrée, jamais je n'ai pu leur trouver d'autres formes que la forme plus ou moins sphérique. Mais il y a plus. Quelques coupes m'ont montré que les cellules externes de Claudius, touchant à l'épithélium pavimenteux de la zone striée composée de cellules plates et anguleuses, deviennent de plus en plus basses de dedans en dehors et ressemblent enfin à ces dernières. Il faut avouer pourtant que l'étude de ces cellules présente bien des difficultés.

A. Les cellules internes de Claudius.

Une des principales questions que soulève cette étude, si riche en problèmes, est de savoir quel est le contenu d'un canal qui reconnaît pour limites : en dedans, le sillon spiral interne; en dehors, les piliers internes de l'arcade de Corti ; en haut, la membrane de Corti et en bas la lèvre tympanique. Voici ce que mes recherches m'ont appris à ce sujet : j'ai trouvé des résultats différents selon que j'examinais ces parties chez un animal ou un embryon humain d'une part, et chez un enfant ou un adulte d'autre part. Je ne fais que mentionner ici l'organe de Kœlliker, singulier bourrelet de cellules que cette partie porte dans les premiers stades de la vie intra-utérine, et que j'ai décrit dans mes *Etudes sur les membranes et les canaux du limaçon* (*Gaz. hebdom.*, 1864), et en allemand dans les *Archives d'otologie*.

Voici d'abord ce que je trouve chez les *embryons des animaux et de l'homme* (d'un stade déjà avancé) et *chez des animaux après leur naissance*. Le canal décrit plus haut est entièrement rempli

des cellules de Claudius, entassées irrégulièrement les unes sur les autres, et touchant d'un côté au sillon spiral interne, de l'autre aux piliers internes des arcades de Corti. Elles sont étayées par un tissu réticulé très-difficile à étudier, duquel Deiters a donné la première description. Ce sont des fibrilles croisées dans tous les sens (fig. 19, 17), munies çà et là de renflements que Deiters croit être des cellules, mais auxquelles je n'ai pu trouver ni enveloppes ni noyaux. Les cellules du sommet (p. 635) envoient leurs appendices dans l'intérieur de ce canal. Ces prolongements filiformes semblent se joindre aux cellules de Claudius, et j'ai vu en effet qu'une de celles-ci, accolée au pilier interne, envoyait un prolongement très-fin qui montait vers une des cellules du sommet et ressemblait absolument aux appendices de celles-ci.

Je trouve des rapports différents dans le limaçon de l'*enfant* (fig. 20); ici plus de cellules de Claudius; il ne reste qu'un épithélium pavimenteux très-plat (*ibid.*, 8), qui tapisse exactement le sillon spiral interne et la lèvre tympanique. En approchant de l'arcade, les cellules deviennent plus hautes (ce que Bœttcher a déjà vu), et celles qui touchent aux piliers internes ont plutôt les caractères des cellules cylindriques (*ibid.*, 9), c'est-à-dire leur hauteur est très-supérieure à leur largeur. Il me semble que la grande cellule qui s'applique au pilier interne n'est autre chose que la cellule de Claudius que nous avons vue chez l'embryon accolée au même pilier et touchant comme celle-ci à la cellule du sommet.

B. Les cellules externes de Claudius.

Les opinions les plus diverses ont été émises sur la nature, voire même sur l'existence des cellules externes de Claudius, et ce fait s'explique facilement quand on tient compte des difficultés que présente l'examen de ces parties, difficultés insurmontables quand on s'en tient à l'étude exclusive des vues de face.

M. Hensen, qui, seul jusqu'ici, a fait de bonnes coupes de l'organe de Corti, est aussi le seul observateur qui ait obtenu des images correctes de ces parties ; mais, bien qu'il ait vu juste, l'interprétation qu'il donne de ce qu'il a vu demande, ce me semble, à être rectifiée comme je l'exposerai tout à l'heure.

Les cellules externes de Claudius sont, d'après les auteurs, plusieurs rangées de belles cellules sphériques remplissant plus ou moins exactement l'espace contenu entre le sillon spiral externe, la zone striée, les cellules de Corti et de Deiters, et la membrane de Corti. Ces cellules externes n'entreraient pas en rapport avec celles de Corti et de Deiters.

Deiters fait un pas en avant ; il décrit déjà des cellules de cette espèce adhérant aux prolongements des cellules de Corti d'une part, et aux parties terminales de la lame réticulée de l'autre.

M. Hensen décrit enfin une bande de plusieurs rangées de cellules *faisant corps avec l'organe de Corti*, et se continuant, à l'extérieur, avec l'épithélium de la lame basilaire. Mais les idées de ses prédécesseurs, qui tous cherchaient les cellules externes de Claudius en dehors de l'organe de Corti, ont encore une influence telle sur M. Hensen, qu'il déclare qu'il ne faut pas confondre ces cellules, qu'il appelle *cellules de soutien ou d'appui*, « Stuetzzellen », avec celles de Claudius, lesquelles au contraire ne seraient autre chose que l'épithélium pavimenteux de la zone striée (*loc. cit.*, p. 500 et 504).

Des coupes très-réussies, faites sur des limaçons d'enfants nouveau-nés, me permettent de présenter ces rapports sous un jour nouveau, et d'en donner une description que je crois définitive. Je possédais depuis longtemps des préparations dans lesquelles se trouvaient de longues bandes composées d'une agglomération de cellules sphériques, auxquelles des tiges filiformes adhéraient d'un côté, tandis que les cellules qui limitaient le côté opposé avaient leurs surfaces libres aplaties. Les coupes citées plus haut m'ont fait comprendre que ce que j'avais eu devant moi était tout simplement le bourrelet des cellules externes de Claudius détaché en bloc sur une grande étendue. Les cellules isolées des auteurs doivent leur position aux manœuvres de la dissection qui, en désagrégeant l'organe de Corti, les ont soustraites à leurs attaches naturelles.

Coupé dans la direction radiaire, l'organe de Corti ne présente pas l'aspect éparpillé que lui prêtait encore Deiters (voyez son dessin publié dans l'ouvrage de M. Helmholtz), mais il con-

stitue une masse compacte et bien délimitée contenue en dedans par les piliers internes, en bas par la lame basilaire, et des autres côtés par la lame réticulée. Un paquet compacte de cellules remplit l'espace circonscrit par ces deux dernières lames et les cellules de Corti et de Deiters; ce *sont, selon mes recherches, les cellules externes de Claudius* « cellules d'appui » de Hensen, qui représente comme les cellules de Claudius l'épithélium de la zone striée (voyez plus haut).

Ce bourrelet de cellules devient d'abord plus épais vers l'extérieur, mais s'amincit bientôt et ne consiste finalement qu'en une couche simple de cellules; cette couche décroît en hauteur de dedans en dehors, de sorte que ses dernières cellules ressemblent de plus en plus à l'épithélium de la zone striée qui leur fait suite sans qu'il y ait discontinuité (voyez plus haut, p. 641).

Les cellules qui avoisinent l'intérieur de l'organe de Corti chez les animaux sont petites, légèrement plates et un peu allongées; puis viennent les belles cellules sphériques que l'on connaît depuis longtemps à l'état isolé ; celles enfin qui limitent ce bourrelet en haut et à l'extérieur, sont aplaties sur leurs faces libres et là où elles touchent l'une à l'autre.

Des coupes du limaçon humain me semblent indiquer que plusieurs cellules situées vers l'extérieur et en haut (fig. 20, 22) aboutissent en bas à une tige commune (*ibid.*, 24) qui les attache à la lame basilaire.

Voilà, je crois, la solution définitive de la question si longtemps agitée des cellules externes de Claudius.

§ 17. — L'intérieur des arcades de Corti.

C'est à tort que l'on représente l'intérieur des arcades comme peu garni ou même comme vide; cet espace est, au contraire, entièrement rempli. Comme Deiters, j'y trouve un échafaudage de grandes cellules (fig. 20, 29) très-délicates et très-difficiles à étudier. Sur les coupes, on en voit toujours 3 ou 4, dont 2 touchent aux cellules basilaires. D'après cet auteur, elles seraient étayées par un réseau de fibres partant surtout de certains prolongements que les bouts basilaires des piliers intérieurs envoient dans l'intérieur

de l'arcade. J'ai vu, en effet, sur une coupe de l'organe de Corti d'un enfant, un prolongement d'un pilier interne finir en se dissolvant dans un faisceau de fibrilles excessivement fines.

Les cellules basilaires possèdent des prolongements qui m'ont semblé réunir entre elles les cellules externes et les cellules internes (fig. 20).

L'intérieur des arcades contient, en outre, des fibrilles nerveuses radiaires (fig. 20, 13) et certains faisceaux de fibrilles nerveuses à parcours spiral, dont M. Hensen a dessiné les coupes. N'aurait-il pas pris pour des coupes de ces faisceaux les cellules qui, selon Deiters et moi, tapissent l'intérieur de l'arcade?

§ 18. — **Les rapports du nerf cochléen avec l'organe de Corti.**

L'ouverture supérieure de chaque canalicule nerveux de la lèvre tympanique (fig. 20, 12; première partie de ce mémoire : pl. XX, fig. 6, 5 et 7, 6) donne issue à un petit faisceau de fibrilles nerveuses variqueuses, c'est-à-dire de filaments nerveux excessivement fins garnis de renflements sphériques ou allongés qui leur donnent un aspect moniliforme (voyez fig. 21 et 22). Ces fibrilles cheminent en sens radiaire, et atteignent, en sortant des canalicules les piliers internes des arcades de Corti.

Mais il y a, en outre, sur la lame spirale des fibrilles nerveuse qui suivent un parcours tout différent en ce qu'elles marchent long du canal de la lame spirale, tandis que les fibrilles décrite plus haut sont des continuations directes des fibres à doubles contours contenues dans la lame spirale osseuse, et conservent la direction radiaire de celle-ci. Nous nommerons celles-là les *fibrilles à parcours radiaire ou fibrilles radiaires, et celles-ci les fibrilles à parcours spiral ou fibrilles spirales* (cette dénomination évitera la confusion qui existe dans la nomenclature allemande de ces parties, où M. Kœlliker appelle fibres longitudinales celles que Deiters nommait fibres transversales et vice versâ). Nous traiterons d'abord des fibres radiaires.

1. Fibrilles nerveuses à parcours radiaire.

Les auteurs qui ont traité des fibrilles radiaires après Deiters,

n'ont rien ajouté à l'excellente description que cet auteur en a donnée. D'après lui, une partie des fibrilles continue à marcher dans la direction primitive, et monte le long des faces supérieures des piliers internes, tandis que les autres passent par d'étroites fentes entre les piliers (fig. 23), et parviennent ainsi dans l'intérieur des arcades. Ayant longtemps étudié cette partie difficile, j'ai été assez heureux pour trouver les *données nouvelles* suivantes : *Il y a là quatre espèces de fibrilles radiaires :* 1° des fibrilles qui, décrivant un arc plus ou moins petit, entrent tout de suite dans l'intérieur de l'arcade, et se recourbent vers la lame basilaire pour aller joindre un corpuscule (cellule?) situé au milieu entre la cellule basilaire interne et la cellule basilaire externe; 2° d'autres fibrilles entrent dans l'intérieur de l'arcade par les mêmes fentes entre les piliers internes, mais, décrivant un arc à plus grand rayon (tous ces arcs ont la concavité en bas), elles y pénètrent plus haut que les fibrilles n° 1. Elles se dirigent ensuite vers le sommet de l'intérieur de l'arcade, et y atteignent un corpuscule situé juste au-dessous de la réunion des deux piliers (cellule ou coupe d'un faisceau spiral-Hensen?); 3° d'autres fibrilles partent des corpuscules où finissent les fibrilles n° 1, se portent en haut, et quittent l'arcade à mi-hauteur de celle-ci en passant entre les piliers externes. Elles me semblent aboutir à la lame réticulée ou aux cellules qui lui adhèrent.

J'ai vu en outre une quatrième sorte de fibrilles qui se recourbent en arrière vers le sillon spiral interne et cheminent dans ce sens. Je voudrais appeler ces dernières fibrilles : *fibrilles récurrentes.*

Il m'a semblé que les fibrilles se *ramifient;* ainsi, j'ai cru voir des branches des fibrilles n° 1 qui rejoignaient les cellules basilaires internes.

On étudie depuis longtemps la question des *terminaisons de ces fibrilles.* Ce point est de la plus haute importance pour la physiologie du limaçon, et celui qui arriverait à des résultats positifs réaliserait un des plus grands progrès possibles en cette matière ; mais il faut avouer que jusqu'ici nous sommes bien loin de ce but. Je viens de dire qu'on voit des fibrilles atteindre les cel-

lules basilaires, et j'en ai vu d'autres qui paraissaient rejoindre les cellules du sommet ; mais il est évident que, au moins, les fibrilles radiaires ne finissent pas toutes ainsi, puisque j'en ai poursuivi quelques-unes entre les cellules de Corti et de Deiters et jusque dans la lame réticulée. J'en ai même aperçu une dans les dernières cellules externes de Claudius, là où elles ressemblent déjà à l'épithélium qui leur fait suite (fig. 20, 27).

La figure 22 représente un corpuscule dépourvu de structure que j'ai trouvé adhérant au pilier externe, et duquel partaient de tous les côtés des fibrilles variqueuses fines (voyez l'explication de la figure 22).

2. Fibrilles nerveuses à parcours spiral.

Tandis qu'on a beaucoup de peine à étudier les fibrilles spirales chez les animaux, je les trouve excessivement faciles à étudier chez l'homme, où elles me semblent plus nombreuses et réunies en faisceaux plus forts. Elles y paraissent également plus résistantes.

Ces fibrilles se trouvent réunies en plusieurs *faisceaux* qui sont placés :

1. Dans l'intérieur de l'arcade de Corti :
   - *a.* Contre les piliers internes vers leur milieu.
   - *b.* Au-dessous du sommet de l'arcade, là où les piliers internes et les piliers externes s'unissent.
   - *c.* Contre les piliers externes au-dessus de leurs extrémités basilaires.
2. A l'extérieur de l'arcade de Corti, M. Kœlliker décrit trois faisceaux extérieurs chez le *chat* :
   - *a.* Entre le milieu des piliers externes et la première rangée des cellules de Corti.
   - *b.* Entre la première et la deuxième rangée de ces cellules.
   - *c.* Entre leur deuxième et leur troisième rangée (ou plutôt entre leurs prolongements).

Je trouve surtout les faisceaux *a* et *c* du numéro 1 et *a* du numéro 2 très-développés dans le limaçon humain ; j'y vois, en

outre, un beau faisceau sur le milieu des faces externes des piliers externes.

Les faisceaux à parcours spiral se composent chacun d'un grand nombre de fibrilles variqueuses réunies entre elles par de rares branches. M. Hensen (*loc. cit.*, p. 508) n'a pas pu constater que les faisceaux se composent de fibrilles ; leur aspect lui rappelait au contraire la couche moléculaire de la rétine, et il représente comme les coupes de ces faisceaux contenus dans l'intérieur de l'arcade ce que nous croyons être des cellules.

Pour ce qui regarde l'*origine des fibres spirales*, on trouve bien par-ci par-là des fibrilles radiaires qui plongent dans un faisceau spiral, et se courbent de façon à continuer en sens spiral, ou bien se terminent en s'attachant à une fibrille spirale ; mais il n'est rien moins que sûr que toutes les fibrilles spirales naissent de cette sorte, et il faudra étudier soigneusement le commencement et la fin du canal cochléen pour trancher cette question.

§ 19. — Considérations générales sur l'organe de Corti.

1. De l'échafaudage de l'organe de Corti.

Le paragraphe consacré à l'étude des cellules internes de Claudius renferme une description des parties situées entre le sillon spiral interne et les piliers internes, parties qu'il était avantageux de traiter à cet endroit-là ; un paragraphe spécial contient une étude sur l'intérieur de l'arcade de Corti ; il ne nous reste donc qu'à nous occuper des parties de l'organe de Corti placées en dehors des piliers externes, tout en renvoyant pour la plupart des détails aux pages consacrées à la description des cellules externes de Claudius.

Je parlerai d'abord d'une particularité qui m'a beaucoup frappé et sur laquelle je voudrais diriger l'attention, c'est le *rapport de l'arcade avec l'ensemble de l'organe de Corti*. Tandis que jusqu'ici on regardait l'arcade comme le principal constituant de l'organe de Corti, des coupes montrent qu'en réalité elle disparaît presque dans l'ensemble de parties qui composent celui-ci et n'en occupe à peu près que la sixième partie ! L'erreur provient de ce

que les piliers, qui sont de beaucoup la partie la plus résistante de tout l'organe de Corti, se trouvent encore dans les préparations où la dissection ou la décomposition ont fait disparaître le reste : les rencontrant toujours, on les a pris pour la partie la plus importante de tout l'ensemble.

Les coupes m'ont fait reconnaître ensuite plusieurs particularités concernant la *lame réticulée* : d'abord, cette pellicule (voy. fig. 20) n'est pas aussi mince qu'on se plaît à la représenter; elle est au contraire relativement épaisse, et forme une enveloppe qui paraît assez solide, et qui recouvre toutes les cellules qui constituent la partie extérieure de l'organe de Corti.

Ceci m'amène à donner enfin les résultats de mes recherches sur la *terminaison extérieure de la lame réticulée.* L'extrémité externe de la dernière phalange n'est pas toujours délimitée comme les auteurs l'affirment, mais elle se continue, chez quelques animaux, sans limite aucune dans la dernière partie de la lame. Cette partie présente des dessins rectangulaires (fig. 19, 13), et couvre les cellules externes de Claudius. D'après Deiters, des quadrilatères remplis de membranes viendraient après les dernières phalanges, et la lame se terminerait finalement par des fils faisant partie d'un réseau de fibres qui étaye les cellules de Claudius. D'après mes coupes, il me semble qu'il y a là des lamelles fines (fig. 20, 23) dans lesquelles se divise la partie externe de la lame réticulée et qui descendent pour se fixer sur la lame basilaire (*ibid.*) tout en formant des cloisons pour les cellules de Claudius. La lame réticulée ne reste pas partout parallèle à la lame basilaire comme l'affirme Deiters, mais, adhérant au bourrelet de cellules externes de Claudius, elle doit monter et ensuite descendre avec lui (voy. fig. 20).

Une préparation du lapin m'a présenté un phénomène curieux : la lame réticulée y était vue de face, et l'on distinguait parfaitement les cellules de Corti, des faces supérieures desquelles partaient des corps minces et allongés qui donnaient issue à des prolongements filiformes ; ces fils semblaient cheminer le long des contours des cellules de Claudius.

2. L'organe de Corti dans les différentes parties du limaçon.

Voici les données que M. Corti a fournies concernant les dimensions des piliers dans différents tours du limaçon.

Les piliers internes mesurent en longueur :

0,030 millimètres dans le premier et le deuxième tour, et 0,034 dans le troisième.

Les piliers externes mesurent en longueur :

0,045 — 0,049 dans le premier tour; 0,054 — 0,058 dans le deuxième, et 0,069 dans le troisième.

D'après M. Hensen, les deux piliers ont une longueur égale (0,048) à la base du limaçon. Au sommet, le pilier interne mesure 0,055, l'externe 0,098.

L'arcade de Corti, mesurée du commencement de l'extrémité inférieure du pilier interne jusqu'à la fin de l'extrémité inférieure du pilier externe, donne 0,019 millimètres à la base et 0,085 au sommet du limaçon.

Deiters trouve l'arcade plus escarpée chez les animaux jeunes que chez les adultes.

3. L'organe de Corti chez l'homme et chez les animaux.

L'organe de Corti me semble être beaucoup plus résistant et plus élastique chez l'homme que chez les animaux. Il me semble, en outre, que les arcades tiennent plus fortement l'une à l'autre chez l'homme que chez ceux-ci. (Voyez, en outre, p. 637.)

CHAPITRE VI

DE LA PHYSIOLOGIE DU LIMAÇON.

L'oreille humaine possède la faculté de distinguer des sons de différente hauteur, non-seulement lorsqu'ils sont émis l'un après l'autre, mais aussi quand on les produit ensemble, par exemple dans un accord musical. Dans ce cas, les systèmes de vibrations qui sont propres à chacun des sons se combinent à un seul système d'ondes sonores qui est transmis finalement au labyrinthe

par les appareils conducteurs de l'oreille moyenne (membrane du tympan et chaîne des osselets). De quelle façon l'oreille décompose-t-elle en ses sons primitifs le produit du mélange acoustique? Et quelle est la partie qui préside à cette analyse? Tâchons d'abord de résoudre le premier de ces deux problèmes!

La physique nous offre un excellent moyen pour décomposer une combinaison de sons, la *résonnance*, faculté que possèdent certains appareils (naturels ou artificiels) d'entrer en vibration sonore aussitôt qu'un certain son les frappe, et de rester muets au contraire quand on produit d'autres sons. Les cordes du violon ou du piano, par exemple, sont des appareils de cette nature; découvrez l'intérieur d'un piano, et chantez une des notes qu'il contient, et vous constaterez aussitôt que la corde correspondante du piano vibre à l'unisson avec la note que vous avez émise. Lorsque c'est une sonorité composée de plusieurs sons qui frappe les cordes, toutes celles qui correspondent à ces sons vibreront.

Les résonnateurs de M. Helmholtz sont d'autres appareils de cette nature; ce sont des boules creuses ouvertes par deux bouts et contenant un volume d'air tel que, lorsqu'on souffle dans une des ouvertures, il se produit un son déterminé. Mettez un des bouts de l'instrument dans l'oreille, et chaque fois que le son qui lui est propre sera émis isolément ou qu'une sonorité composée le contiendra, votre oreille le percevra avec une grande netteté, renforcé qu'il est par les vibrations de l'appareil acoustique que constituent la masse d'air du globe résonnateur et votre tympan.

Reprenons le premier de ces exemples, et figurons-nous chacune des cordes d'un piano mise en rapport avec une fibre du nerf acoustique, de sorte que celle-ci avertisse le cerveau chaque fois que la corde vibre avec le son qui lui est propre, et nous posséderons alors un appareil qui nous fera distinguer les sons émis isolément et qui, en outre, décomposera un mélange de plusieurs sons en ses éléments primitifs.

Il nous reste à rechercher la partie de l'oreille humaine dont la disposition pourrait nous faire supposer qu'elle joue en effet le rôle que nous venons de faire jouer à cet appareil imaginaire. Déjà longtemps avant les découvertes surprenantes de Corti, des

savants ont attribué ce rôle au *limaçon*. Les innombrables filaments nerveux étalés le long de la lame spirale leur semblaient autant de cordes microscopiques destinées à vibrer chacune avec un son déterminé et de transmettre au centre nerveux la sensation particulière de celui-ci.

D'autres physiologistes ont repoussé cette hypothèse; c'était une façon par trop brutale, selon eux, d'expliquer une opération physiologique si délicate !

Plus tard, lorsque Corti et autres révélèrent le merveilleux appareil de la lame basilaire, la ressemblance qu'offrent surtout les piliers internes avec les touches d'un piano, frappa l'imagination des observateurs, et les porta à attribuer à l'organe de Corti la fonction que nous venons d'exposer.

Enfin, *M. Helmholtz* est venu profiter des travaux importants de Deiters pour fonder sur les données acquises jusqu'alors une nouvelle hypothèse reposant, comme l'ancienne, sur le principe de la résonnance, mais basée par son auteur sur de profondes études d'acoustique, et motivée par lui avec le génie scientifique qui imprime un cachet incomparable à tous les travaux de l'illustre physiologiste (voyez les détails dans son ouvrage sur « *La théorie physiologique de la musique*, etc. »; traduit récemment de l'allemand par MM. Guéroult et Wolff).

D'après M. Helmholtz, chaque pilier externe est une corde tendue par le pilier interne qui fait office d'un chevalet. Chacune de ces cordes (M. Kœlliker en compte à peu près 3000 dans le limaçon) résonne lorsqu'un certain son lui est transmis par des ondes sonores traversant l'endolymphe ou les parties osseuses de la tête. Les vibrations du pilier excitent à leur tour la fibre nerveuse qui lui adhère, et qui transmet finalement la sensation particulière au cerveau. Ainsi chaque son serait perçu à l'aide d'une fibre nerveuse à lui propre, soit qu'il se produise isolément, soit qu'il fasse partie d'une sonorité composée.

L'espace restreint de ce mémoire me défend, à mon grand regret, d'entrer dans les développements nécessaires pour exposer toute la théorie de M. Helmholtz, surtout la façon ingénieuse dont il explique la nature du timbre et sa perception à l'aide d'une

décomposition opérée également par l'appareil du limaçon. On trouvera tous ces détails dans l'ouvrage cité plus haut.

L'hypothèse de M. Helmholtz a été adoptée presque généralement en Allemagne; non-seulement les musiciens et les physiologistes s'en sont emparés; mais ceux qui étudient la pathologie de l'oreille ont cherché, eux aussi, à l'utiliser. Il y a un phénomène très-curieux qui s'observe dans certains cas d'affections de l'organe auditif : certains sons de l'échelle musicale ne sont pas perçus du tout par le malade, ou l'oreille malade les fausse ; ainsi j'ai soigné (et guéri) une cantatrice qui, depuis le commencement de sa maladie, entendait tous les sons musicaux un demi-ton plus haut d'une oreille que de l'autre, et que la cacophonie résultant de cette infirmité désolait. Les auteurs qui ont publié des cas analogues parlent d'une « paralysie partielle de l'organe de Corti » ou le supposent « faussé ».

L'hypothèse de M. Helmholtz est excessivement séduisante, et il est difficile de se soustraire à l'influence qu'elle exerce sur notre manière d'envisager cette matière ; qu'il me soit permis cependant de manifester quelques scrupules, que de longues études sur les parties en question m'ont suggérés, et qui me forcent à n'accepter cette hypothèse que « sous bénéfice d'inventaire ».

Le pilier externe est tellement entouré et serré de près par des parties relativement considérables (par exemple, les cellules qui remplissent l'intérieur de l'arcade de Corti), que j'ai beaucoup de peine à me le représenter comme une corde vibrant librement comme le suppose M. Helmholtz. S'il croit ensuite que le pilier interne fait l'office d'un chevalet près de cette corde, il ne faut pas oublier qu'un pilier externe ne correspond pas à un seul et même pilier interne, mais que chaque pilier externe est en contact intime avec deux ou trois piliers internes !

EXPLICATION DES PLANCHES XXV ET XXVI.

Planche XXV.

Fig. 8. Le pilier interne de l'arcade de Corti, vu de profil (grossissement très-fort).

1. Corps du pilier interne.
2. Extrémité supérieure du pilier.
3. Extrémité inférieure du pilier.
4. Plaque du pilier.
5. Face interne du pilier.
6. Face externe du pilier.
7. Face externe de son extrémité supérieure.
8. Face interne de l'extrémité supérieure.
9. Arête supérieure et interne.
10. Arête inférieure et externe de l'extrémité supérieure.
11. Bord libre de la plaque (4).
12. Arête inférieure et externe.
13. Arête inférieure et interne.
14. Face supérieure de l'extrémité supérieure.

FIG. 9. Cinq piliers internes des arcades de Corti dans leur réunion naturelle, vus par leurs faces internes (grossissement moyen).

1. Corps des piliers.
2. Bords inférieurs des piliers.
3. Extrémités supérieures des piliers.
4. Plaques des piliers.
5. Bords latéraux des piliers.
6. Bords externes des plaques.

FIG. 10. Les extrémités supérieures de quatre piliers internes des arcades de Corti dans leur réunion naturelle, vues par leurs faces externes (grossissement moyen).

1. Extrémités supérieures vues par leurs faces externes.
2. Plaques des piliers vues par leurs faces externes.
3. Arêtes supérieures et externes.

FIG. 11. Le pilier externe de l'arcade de Corti, vu de profil (grossissement très-fort).

1. Corps du pilier externe.
2. Extrémité supérieure du pilier.
3. Extrémité inférieure.
4. Apophyse pointue.
5. Face interne du pilier.
6. Face externe.

7-10. Extrémité supérieure.

7. Face interne, de l'extrémité supérieure.
8. Face externe —
9. Face inférieure —
10. Face supérieure —
11. Arête inférieure et externe.
12. Arête inférieure et interne.

13. Cellule basilaire adhérant à l'extrémité inférieure du pilier.
14. Noyau de cette cellule.
15. Prolongement filiforme de cette cellule.

Fig. 12. Le pilier externe de l'arcade de Corti, vu de dehors et un peu de côté.

1 à 4. Comme dans la figure 11.
5. Face externe du corps du pilier.
6. Face externe de son extrémité supérieure.
7. Face supérieure de l'extrémité supérieure.
8. Face latérale — —
9. Bord extérieur — —
10-10. Bords latéraux — —
11. Bout externe de l'apophyse pointue.
12. Bords latéraux de l'extrémité inférieure.
13. Bord externe — —

Fig. 13. L'extrémité supérieure d'un pilier externe, vue d'en haut et un peu de côté.

1. Extrémité supérieure du pilier externe.
2. Son apophyse pointue.
3. Face supérieure de l'extrémité.
4. Face supérieure de l'apophyse.
5. Face latérale de l'extrémité.
6. L'autre face latérale vue à travers la substance de l'extrémité.
7. Bout élargi de l'apophyse.

Fig. 14. Un pilier externe de l'arcade de Corti (l'extrémité supérieure manque).

1. Corps du pilier.
2. Extrémité inférieure.
3. Partie du bord libre de cette extrémité.
4. Complément de ce bord visible à travers l'extrémité inférieure.
5. Cellule basilaire externe avec noyau et nucléole.

Fig. 15. Moitié inférieure d'un pilier interne avec sa cellule basilaire (vue de profil).

1. Corps du pilier (visible en partie).
2. Son extrémité inférieure.
3. Arête inférieure et externe se continuant en un petit prolongement.
4. Cellule basilaire interne.
5. Son noyau.
6. Prolongement que la cellule envoie à la rencontre d'un prolongement analogue de la cellule basilaire externe (voy. aussi fig. 20).

Fig. 16. Extrémité supérieure d'un pilier externe.

1. Partie du corps du pilier externe.
2. Extrémité supérieure du pilier.

3. Apophyse pointue se perdant insensiblement dans la substance même de l'extrémité supérieure.

FIG. 17. Deux arcades de Corti vues de profil : les piliers internes se sont retirés de la lame basilaire et les arcades ont exécuté un mouvement de rotation autour du point d'attache des piliers externes restés fixés sur la lame basilaire.

1. Lame basilaire.
2. Pilier externe.
3. Pilier interne.
4. Noyau de la cellule basilaire interne.
5. — — externe.

FIG. 18. L'arcade de Corti, de l'homme, vue de profil (demi-schématique).

1. Lame basilaire.
2. Pilier interne.
3. Pilier externe.
4. Extrémité inférieure du pilier interne.
5. Extrémité inférieure du pilier externe.
6. Extrémité supérieure du pilier interne.
7. Extrémité supérieure du pilier externe.
8. Plaque du pilier interne.
9. Apophyse pointue du pilier externe.
10. Intérieur de l'arcade de Corti.
11. Réunion des deux faces articulaires des piliers entre elles et de la face inférieure de la plaque du pilier interne avec la face supérieure de l'apophyse pointue du pilier externe.

PLANCHE XXVI.

FIG. 19. L'organe de Corti, du cochon d'Inde, vu d'en haut : la préparation contient les arcades, la lame réticulée, les cellules de Claudius et une partie des organes qui recouvrent les piliers internes.

1. Piliers internes.
2. Un pilier interne détaché de son insertion basilaire et pour ainsi dire luxé de côté.
3. Un pilier externe ayant subi le même déplacement que le n° 2. Les autres piliers externes qui s'attachent aux piliers internes visibles dans cette préparation sont dérobés au regard par la lame réticulée et les cellules qui lui adhèrent (cellules de Corti et de Claudius).
4. Cellule basilaire adhérant au pilier externe.
5. Extrémités supérieures des piliers internes.
6. Extrémités supérieures des piliers externes.
7. Rond de la première rangée (de la lame réticulée) contenant la face terminale supérieure d'une cellule de Corti et garni de cils.
8. Rond de la deuxième rangée (même contenance).

9. Rond de la troisième rangée (même grossissement).
10. Apophyse pointue du pilier externe.
11. Phalange de la lame réticulée (première rangée).
12. Phalange de la lame réticulée (deuxième rangée).
13. Cellules externes de Claudius, couches supérieures et externes qui sont allongées et aplaties.
14. Couches inférieures et internes qui sont sphériques.
15. Quelques-unes des cellules internes de Claudius (les autres sont enlevées en même temps que d'autres parties qui recouvrent les piliers internes).
16. Quelques filaments du réseau de Deiters.
18. Cellules du sommet.

Fig. 20. Coupe de l'ensemble de l'organe de Corti, d'un enfant nouveau-né.

La méthode exposée, pages 608-610 (année 1866), m'a permis de faire des coupes qui laissent loin derrière elles ce qu'on a obtenu jusqu'ici, même les bonnes coupes de Hensen. Cet auteur emploie la colle, et cette circonstance me semble expliquer la différence de nos coupes : il faut *injecter* la colle dans le limaçon, tandis que la gomme s'y *infiltre* peu à peu, ce qui est infiniment plus doux. Le dessin prouvera combien la gomme est innocente pour ces organes si fragiles, puisqu'il contient un organe qui peut-être est le plus périssable du limaçon entier : les cils qui couronnent les cellules de Corti (fig. 17, 18, 19, 20).

La figure 20 est une reproduction fidèle d'une des coupes que j'ai obtenues, à une exception près : les parties 26-27 avaient subi un léger mouvement de bascule et s'étaient un peu écartées de l'ensemble, tout en restant en contact partiel avec l'organe de Corti par la lame réticulée. J'ai rétabli la position normale de ces parties d'après une des coupes suivantes de la même partie du même limaçon où ce déplacement n'avait pas eu lieu.

J'ai dessiné cette figure à l'aide d'un bon objectif (à sec), mais j'ai contrôlé l'exactitude de tous les détails avec un magnifique *système à immersion de M. Nachet*, système qui, outre qu'il donne un grossissement très-puissant et des images d'une incomparable netteté, se distingue en même temps par une distance focale relativement très-grande.

1. Lame basilaire.
2. Tissu qui la garnit par en bas.
3. Pilier interne de l'arcade de Corti.
4. Pilier externe de l'arcade de Corti.
5. Plaque du pilier interne.
6. Apophyse du pilier externe.
7 *a*–7 *e*. Parties de la *lame réticulée*.

7 *a* possède un petit appendice à droite, c'est l'insertion d'une cellule de Deiters qui, elle-même, est cachée ici par d'autres parties.

8. Épithélium pavimenteux de la lèvre tympanique de la bandelette sillonnée.
9. Cellules de cet épithélium qui deviennent plus hautes à l'approche du pilier interne.
10. Parties détachées (?)
11. Faisceau de fibres du nerf cochléen s'apprêtant à pénétrer à travers le canalicule.
12. Le même faisceau rétréci traversant ce canalicule.
13. Fibrilles nerveuses variqueuses provenant de ce faisceau, entrées dans l'intérieur de l'arcade de Corti où elles donnent deux branches.
14 *a* et *b*. Cellules basilaires (*a*, interne ; *b*, externe).
15. Cellule non encore décrite adhérant au bout supérieur du pilier externe et à son apophyse.
16. Partie du pilier externe voisin du pilier 4.
17. Cils couronnant une cellule de Corti de la première rangée (la cellule même est cachée). *On voit derrière elle un corps homogène tel que j'en ai vu souvent sur la plaque du pilier interne et dont la nature m'est inconnue.*
18. Cellule de Corti de la première rangée (on sait que ces cellules sont placées en quinconces) ; elle est nichée dans un pertuis de la lame réticulée (entre 7 *a* et 7 *b*) et couronnée de cils. Elle contient un noyau. Son prolongement descend vers la lame basilaire.
19. Cellule de Corti (deuxième rangée).
20. Cellule de Corti (troisième rangée).
21. Cellule de Deiters (troisième rangée). Son prolongement supérieur part de la lame réticulée (7 *d*), puis vient la cellule, et ensuite (plus bas) le prolongement inférieur qui, dans cette coupe, disparaît dans les parties sous-jacentes.
22. Cellules externes de Claudius.
23. Cloisons partant de la lame réticulée, qui semblent séparer entre elles les cellules 22.
24. Tige commune qui me semble attacher quelques-unes de ces cellules à la lame basilaire.
25. Prolongement de la lame réticulée vers la lame basilaire qui, d'après cette coupe, paraît attacher celle-là à celle-ci.
26. Cellules faisant l'intermédiaire entre les cellules de Claudius et l'épithélium de la zone striée. Elles diminuent rapidement de hauteur vers l'extérieur.
27. Fibrille variqueuse (provenant d'où ?)
28. Deux corpuscules hyalins non encore décrits placés sur la lame réticulée.

29. Une des cellules qui remplissent l'arcade de Corti, les autres manquent dans cette coupe.

30. (?)

FIG. 21. Deux fibrilles variqueuses provenant d'un faisceau de fibres spirales (homme) dessinées avec le système à immersion n° 8 de Nachet. Les varicosités sont de petits renflements tantôt ronds, tantôt irrégulièrement allongés (*b*).

FIG. 22. Corps et extrémité inférieure d'un pilier externe (homme) avec des fibrilles nerveuses radiaires aboutissant à un corps qui n'a pas encore été décrit que je sache.

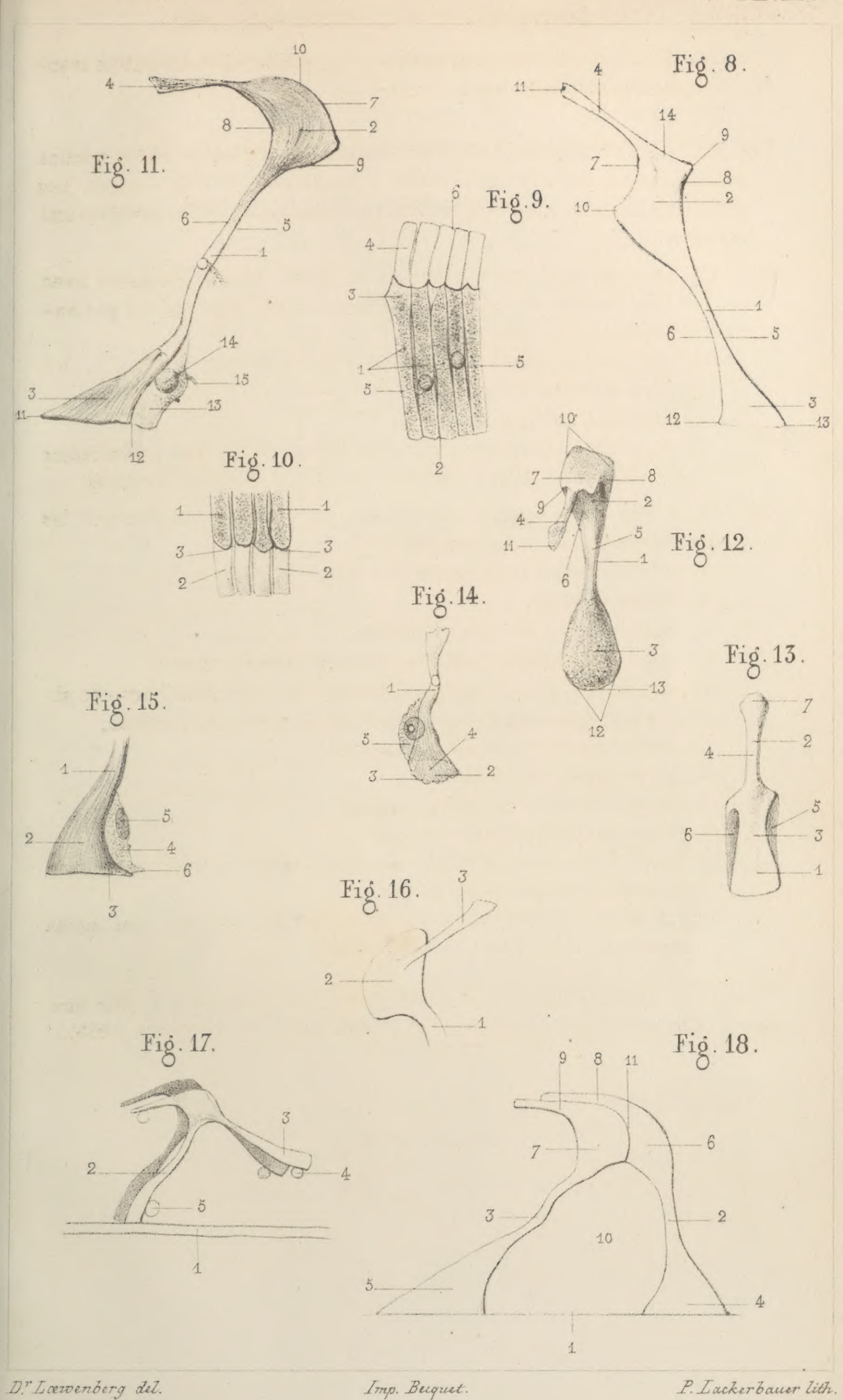
Dessin fait avec le système à immersion n° 8, de Nachet.

1. Corps du pilier externe.
2. Extrémité inférieure du pilier.
3. Corpuscule adhérant au pilier. Des fibrilles variqueuses y aboutissent de toutes parts. Une d'elles chemine le long du pilier (en haut).

FIG. 23. L'organe de Corti, vu d'en haut : le dessin ne montre que les arcades et une partie de la lame réticulée.

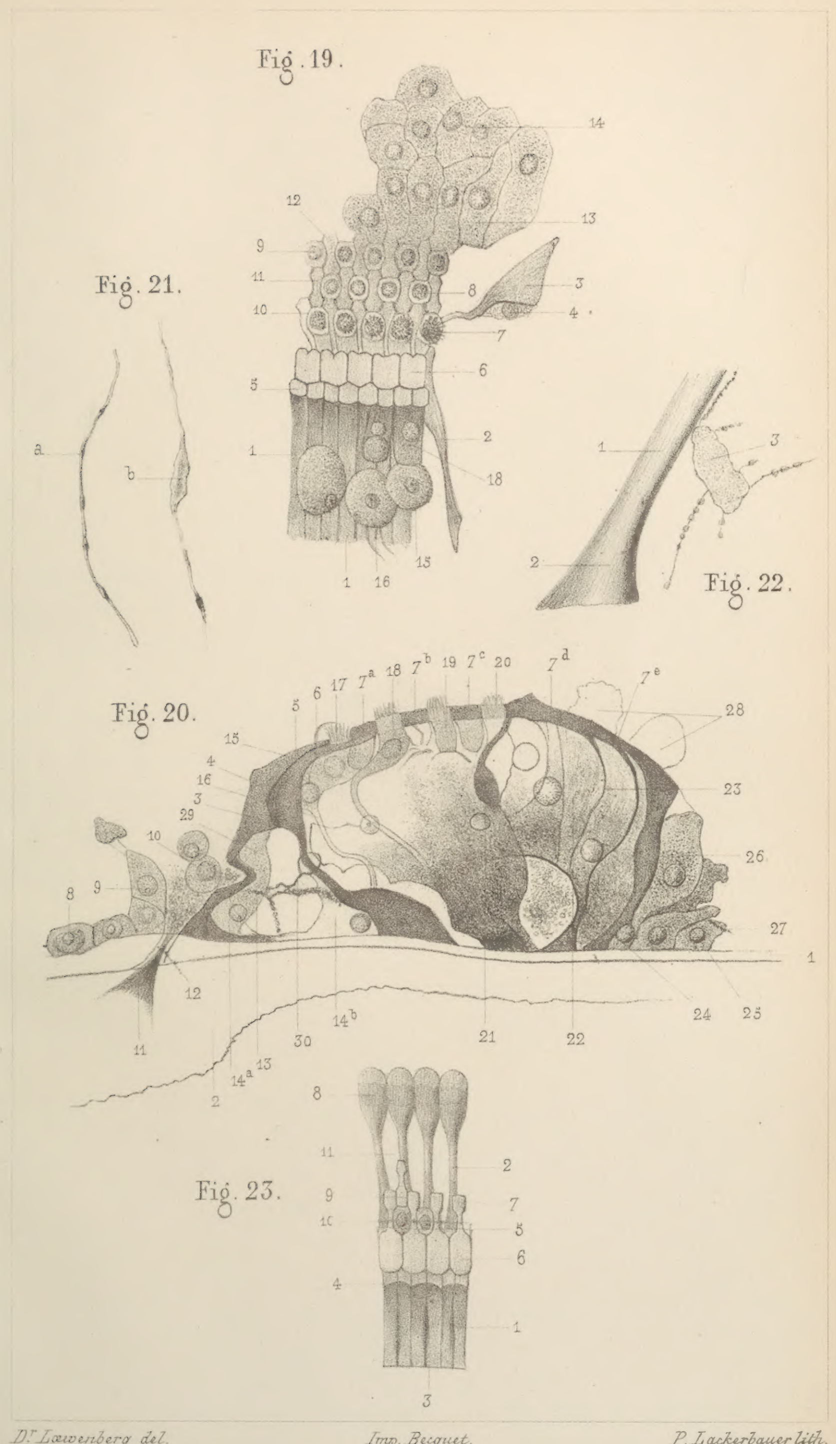
1. Piliers internes (séparés par des fentes étroites).
2. Piliers externes.
3. Bords internes des piliers internes.
4. Arêtes supérieures et internes formant, à deux, un arc.
5. Plaques des piliers internes dépassant les bouts supérieurs des piliers externes, mais moins longues que ce dessin ne l'indique.
6. Bouts supérieurs des piliers externes.
7. Leurs apophyses pointues.
8. Bouts inférieurs des piliers externes.
9. Phalange de la première rangée.
10. Rond de la lame réticulée (première rangée) rempli par la face terminale de la cellule de Corti.
11. Interstices entre les corps des piliers externes (ils sont moins réguliers que ce dessin ne les montre).

NOTA : Les figures ajoutées à ce mémoire commencent par la figure 8, pour faire suite aux figures 1-7 qui accompagnent la première partie de ce mémoire (1866).



Dr. Lœwenberg del. Imp. Becquet. P. Lackerbauer lith.

Anatomie du Limaçon de l'Oreille.



Dr. Lœwenberg del. Imp. Becquet. P. Lackerbauer lith.

Anatomie du Limaçon de l'Oreille.